



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 196 14 235 A 1

61 Int. Cl.⁸:
G 01 C 5/00
G 01 C 11/02
G 02 B 7/34

21 Aktenzeichen: 196 14 235.0
22 Anmeldetag: 10. 4. 98
43 Offenlegungstag: 17. 10. 98

DE 196 14 235 A 1

30 Unionspriorität: 32 33 31
10.04.95 JP P 7-84230

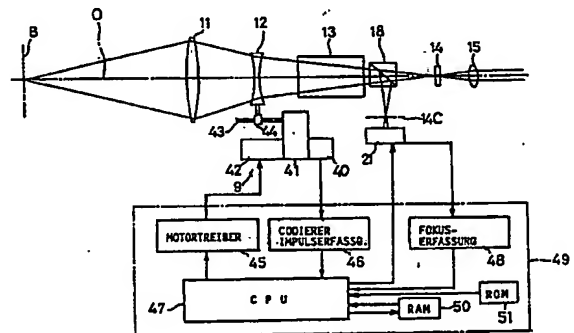
71 Anmelder:
Asahi Kogaku Kogyo K.K., Itabashi, Tokio/Tokyo, JP

74 Vertreter:
Schaumburg und Kollegen, 81679 München

72 Erfinder:
Suzuki, Shinichi, Tokio/Tokyo, JP

54 Nivelliergerät mit Autofokussystem

57 Die Erfindung betrifft ein Nivelliergerät mit einem Autofokussystem, das ein durch ein Teleskop erzeugtes Objektbild scharf einstellt. Das Autofokussystem enthält zwei Abbildungslinsen (21b) für jeweils ein Objektbild, zwei Liniensensoren (21c) mit jeweils mehreren Lichtaufnahmeelementen, die einen Lichtaufnahmehereich bilden, in dem jeweils ein Objektbild durch eine Abbildungslinse (21b) erzeugt wird, eine Fokussierlinsengruppe (12) in dem Teleskop, Mittel (43, 44) zum Bewegen der Fokussierlinsengruppe (12) in Richtung der optischen Achse des Teleskops abhängig von Daten, die die Liniensensoren (21c) abgeben, Mittel (48) zum Erfassen der Position der Fokussierlinsengruppe (12), Mittel (47) zum Wählen einer Anzahl Lichtaufnahmeelemente auf jedem Liniensensor (21c), die in einer Fokussieroperation zu nutzen sind, wobei diese Anzahl von der Position der Fokussierlinsengruppe (12) abhängt, und Mittel (45, 47) zum Steuern der Bewegung der Fokussierlinsengruppe (12) abhängig von Daten, die von der gewählten Anzahl Lichtaufnahmeelemente abgegeben werden.



DE 196 14 235 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 08. 98 602 042/452

16/28

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Nivelliergerät mit einem Teleskop, das im Bauwesen weitläufig angewendet wird und ein Autofokussystem enthält. Dieses dient dazu, eine über das Teleskop erfaßte Referenzposition eines Objekts automatisch scharf einzustellen.

Ein Nivelliergerät wird allgemein im Bauwesen von Ingenieuren zum Nivellieren oder auch zum Messen von Lagern, Horizontalwinkeln, Vertikalwinkeln usw. eingesetzt. Es sitzt im allgemeinen auf einem Dreibein.

Weitläufig bekannt ist das automatische Nivelliergerät, mit dem eine horizontale Sichtebene automatisch eingerichtet wird.

Das automatische Nivelliergerät besteht grundsätzlich aus einem Teleskop und einem die horizontale Ebene einrichtenden optischen System (optisches Kompensationssystem), das als automatische Nivelliervorrichtung arbeitet. Diese wird im folgenden erläutert.

Wenn eine Referenzposition (Blickpunkt), die einen Abstand zu dem Nivelliergerät hat, durch das Teleskop anvisiert wird, so gewährleistet das die horizontale Ebene einrichtende optische System, daß eine horizontale feine Linie eines Fadenkreuzes des Teleskops horizontal liegt, auch wenn die optische Achse des Teleskops nicht genau in einer horizontalen Ebene angeordnet ist. Wird ein weiterer Blickpunkt nach Drehen des Teleskops um die vertikale Achse senkrecht zur optischen Achse anvisiert, so liegt er in derselben horizontalen Ebene wie die Referenzposition.

Das optische System des Teleskops eines solchen automatischen Nivelliergeräts besteht aus einer Objektivlinsengruppe, einer Fokussierlinsengruppe und einem Okular, die in dieser Reihenfolge hintereinander angeordnet sind. Durch die Fokussierlinsengruppe kann ein scharfes Bild eines Referenzobjekts (Referenzpunkt) unabhängig von der Objektentfernung betrachtet werden. Die Position der Fokussierlinsengruppe wird abhängig von der Entfernung eingestellt, so daß sich ein scharfes Objektbild an dem Fadenkreuz in der Scharfstellebene ergibt. Dieses Objektbild kann durch das Okular betrachtet werden.

Nimmt man an, daß der Objektentfernungsbereich des Teleskops beispielsweise 0,2 m bis ∞ ist und daß die Fokussierlinsengruppe aus einer konkaven Linse besteht, so ist deren Bewegungsbereich etwa 30 mm. Die Fokussierlinsengruppe wird üblicherweise längs ihrer optischen Achse durch Drehen eines Scharfstellknopfes an dem Teleskop bewegt. Wenn der Bewegungsbetrag der Fokussierlinsengruppe relativ zu dem Drehbetrag des Scharfstellknopfes klein ist, so muß der Scharfstellknopf manchmal um einen großen Betrag gedreht werden, um die Fokussierlinsengruppe in die Scharfstellposition zu bringen, d. h. es erfordert lange Zeit bis zur Scharfeinstellung im Hinblick auf den Drehweg des Scharfstellknopfes, obwohl das Bild auf dem Fadenkreuz der Scharfstellebene lange erhalten bleibt.

Wenn andererseits der Bewegungsbetrag der Fokussierlinsengruppe groß relativ zu dem Drehbetrag des Scharfstellknopfes ist, so muß dieser zur Scharfeinstellung nicht so weit gedreht werden, aber die Zeit, in der das Bild auf dem Fadenkreuz der Scharfstellebene bleibt, ist zu kurz, bezogen auf den Drehbetrag des Scharfstellknopfes. Dies bedeutet, daß die Fokussierlinsengruppe über eine große Länge verstellt wird, auch wenn der Scharfstellknopf um einen kleinen Betrag gedreht wird. In diesem Fall ist eine schnelle Scharfeinstellung schwierig, da der Scharfstellknopf in kleinen Schritten gedreht werden muß, was eine zeitaufwendige Bedienung bedeutet.

Ferner ist bei bisherigen automatischen Nivelliergeräten manchmal die Scharfeinstellung durch eine kleine Drehung des Scharfstellknopfes erreichbar, wenn das anvisierte Objekt eine große Entfernung hat. Andererseits wird eine große Drehung des Scharfstellknopfes zur Scharfeinstellung benötigt, wenn das Objekt eine geringe Entfernung hat. Außerdem wird der Scharfstellknopf zunächst fehlerhaft in der falschen Richtung gedreht, d. h. entgegengesetzt zu der für die Scharfeinstellung erforderlichen Richtung, da eine Prüfung mit bloßem Auge unmöglich ist, ob das anvisierte Objekt die vordere oder die hintere Fokusposition hat. Jedenfalls ist bei den bisherigen automatischen Nivelliergeräten die Scharfeinstellung umständlich und zeitaufwendig.

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein verbessertes Nivelliergerät anzugeben, dessen Autofokussystem bei genauer Arbeitsweise eine kurze Einstellzeit hat.

Die Erfindung löst diese Aufgabe durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 oder 12. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche 2 bis 11.

Mit einem Nivelliergerät nach der Erfindung wird nicht nur die zum Scharfeinstellen des Teleskops erforderliche Zeit verkürzt, sondern auch die Genauigkeit erhöht, da die Zahl der jeweils benutzten Lichtaufnahmeelemente der Liniensensoren bei einer Fokussieroperation abhängig von der Position der Fokussierlinsengruppe gewählt wird. Wenn die Zahl der Lichtaufnahmeelemente eines jeden Liniensensors fest ist, wenn also die Größe einer Meßzone, die durch den Lichtaufnahmebereich eines jeden Liniensensors vorgegeben ist, immer dieselbe ist, nimmt der prozentuale Anteil des Objektbildes an der Meßzone mit zunehmender Objektentfernung ab. Je kleiner der prozentuale Anteil des Objektbildes an der Meßzone ist, desto größer ist die Möglichkeit eines Fokussierfehlers durch Lichtstörungen u.ä. Durch die Erfindung wird aber der Einfluß solcher Störungen auf die Liniensensoren bei jeder Objektentfernung wirksam reduziert, weil die Zahl der jeweils für eine Fokussieroperation genutzten Lichtaufnahmeelemente der Liniensensoren abhängig von der Position der Fokussierlinsengruppe gewählt wird, wodurch sich eine genaue Fokussierung ergibt.

Mit der Weiterbildung gemäß Anspruch 2 wird die Meßzone für die Scharfeinstellung umso schmaler, je weiter das Objekt von dem Nivelliergerät entfernt ist. Die Wählvorrichtung kann die Zahl der Lichtaufnahmeelemente derart wählen, daß sie kontinuierlich abnimmt, wenn die Objektentfernung zunimmt, oder daß sie schrittweise abnimmt, wenn die Objektentfernung zunimmt.

Bei der Weiterbildung nach Anspruch 3 kann der Strahlenteiler ein halbdurchlässiger Spiegel sein. Das Fadenkreuz, welches aus einer feinen horizontalen und einer feinen vertikalen Linie besteht, die rechtwinklig zueinander liegen, kann auf einer transparenten Platte im Strahlengang des Teleskops angeordnet sein.

Bei der Weiterbildung nach Anspruch 5 kann als Speicher ein ROM, ein E² PROM usw. vorgesehen sein. Das den effektiven Bereich definierende Datum, welches dem Speicher entnommen wird, kann zunächst in einem RAM als weiterer Speicher gespeichert werden, bevor es an die Wählvorrichtung abgegeben wird.

Gemäß der Weiterbildung nach Anspruch 6 ist ein die horizontale Ebene einrichtendes optisches System vorgesehen. Wenn dieses fehlt, kann auch eine empfindliche Libelle o. ä. benutzt werden.

Anstelle eines variablen Scharfstellrahmens gemäß Anspruch 9 können auch nur ein oder auch mehrere Scharfstellrahmen auf einer lediglich transparenten Platte im Strahlengang des Teleskops ausgebildet bzw. aufgedruckt sein.

Anstelle zweier Liniensensoren gemäß Anspruch 10 kann auch ein einziger CCD-Sensor mit mehreren Segmenten verwendet werden, die eine ausreichende Anzahl Fotodioden enthalten.

Ein weiterer Aspekt der Erfindung ist in Anspruch 12 angegeben.

Die Erfindung wird im folgenden an Hand der Zeichnungen näher erläutert. Darin zeigen:

Fig. 1 das Konzept eines automatischen Nivelliergeräts als Ausführungsbeispiel,

Fig. 2 das Konzept eines optischen Systems zum Erfassen der Scharfeinstellung,

Fig. 3 ein Teleskopbild bei Betrachtung einer Referenzlatte in einer Entfernung von 5 Metern zum automatischen Nivelliergerät,

Fig. 4 ein Teleskopbild der Referenzlatte in einer Entfernung von 10 Metern zum automatischen Nivelliergerät,

Fig. 5 ein Teleskopbild der Referenzlatte in einer Entfernung von 20 Metern zum automatischen Nivelliergerät,

Fig. 6 ein Teleskopbild der Referenzlatte in einer Entfernung von 30 Metern zum automatischen Nivelliergerät,

Fig. 7 ein Teleskopbild der Referenzlatte in einer Entfernung von 50 Metern zum automatischen Nivelliergerät,

Fig. 8 ein Teleskopbild mit Klammerpaaren, von denen eines aktiviert ist und einen Scharfstellrahmen als Grenze eines Entfernungsmessbereichs bildet,

Fig. 9 eine Seitenansicht des in Fig. 1 gezeigten automatischen Nivelliergeräts,

Fig. 10 eine Draufsicht auf das in Fig. 9 gezeigte Gerät,

Fig. 11 die schematische Darstellung eines optischen Systems zum Einrichten einer horizontalen Ebene in dem in Fig. 9 und 10 gezeigten Gerät und

Fig. 12 das Konzept der Veränderung eines Lichtaufnahmebereichs auf jedem Liniensensor bei Änderung der Objektentfernung.

Fig. 9 und 10 zeigen ein Ausführungsbeispiel eines automatischen Nivelliergeräts 10 nach der Erfindung. Dieses Gerät hat ein Teleskop 8 mit einer Objektivlinsengruppe 11 positiver Brechkraft, einer Fokussierlinse 12 negativer Brechkraft, ein optisches System 13 zum Einrichten einer horizontalen Ebene, einen Strahlenteiler 18 (halbdurchlässiger Spiegel), eine Fadenkreuzplatte 14 und eine Okularlinse 15 positiver Brechkraft. Diese Einheiten sind in dieser Reihenfolge von der Objektseite her angeordnet (d. h. von links nach rechts in Fig. 1, 9 oder 10). Die Objektivlinsengruppe 11 ist in Fig. 1 zwar als Einzellinse dargestellt, sie enthält tatsächlich aber mehrere Linsen, wie es in Fig. 10 gezeigt ist. Auf der Fadenkreuzplatte 14 ist ein sichtbares Fadenkreuz ausgebildet. Dieses besteht aus einer feinen horizontalen Linie h und einer feinen vertikalen Linie v (Fig. 8), die einander rechtwinklig kreuzen.

Das optische System 13 zum Einrichten der horizontalen Ebene ist an sich bekannt und hat, wie Fig. 11 zeigt, ein erstes Kompensationsprisma 13a, einen Kompensationsspiegel 13b und ein zweites Kompensationsprisma 13c. Bezüglich der Mitte des Kompensationsspiegels 13b ist es symmetrisch aufgebaut. Es hängt an einer Kette 13e, die an einer Achse 13d befestigt ist.

Das Teleskop 8 des automatischen Nivelliergeräts 10 ist an einem Rahmen 19 gehalten, der auf einem Drehtisch 17 befestigt ist. Der Drehtisch 17 kann um eine vertikale Achse 17X gedreht werden, die senkrecht zur optischen Achse O des Teleskops liegt, so daß Objekte mit unterschiedlichen Entfernungen zum automatischen Nivelliergerät 10, die in einer gemeinsamen horizontalen Ebene liegen, mit dem Teleskop 8 anvisiert werden können.

Die Vergrößerung des Teleskops 8 (mit den oben genannten optischen Elementen) des automatischen Nivelliergeräts 10 ist z. B. 24. Der Drehtisch 17 ist lösbar auf einem Dreibein (nicht dargestellt) befestigt, wenn das automatische Nivelliergerät 10 in Betrieb ist. Eine Referenzlatte B (Fig. 3 bis 7), auf die eine Skala aufgedruckt ist, wird oft als anzuvisierendes Objekt benutzt. Das untere Ende der Referenzlatte B steht auf einem Referenzpunkt am Boden, während das obere Ende im allgemeinen von einer Person gehalten wird.

Das automatische Nivelliergerät 10 hat einen Fokussierlinsenantrieb 9 zum Bewegen der Fokussierlinse 12 längs der optischen Achse O zur Scharfeinstellung. Der Fokussierlinsenantrieb 9 (Fig. 1) enthält einen Antriebsmotor 42, ein Untersetzungsgetriebe 41 mit Kupplung, einen Spindeltrieb 44 und einen Codierer 40. Der Antriebsmotor 42 kann ein Schrittmotor sein. Das Untersetzungsgetriebe 41 überträgt die Drehung des Antriebsmotors 42 auf eine Spindel 43. Deren Mutter ist mit der Fokussierlinse 12 verbunden und steht in Eingriff mit der Spindel 43. Wenn diese sich dreht, so bewegt sich die Fokussierlinse 12 längs der optischen Achse O. Der Codierer 40 gibt Positionsinformationen in Form von Impulsen ab, deren Zahl der Verstelllänge der Spindel 43 entspricht.

Ein Teil des von dem optischen System 13 zum Einrichten der horizontalen Ebene abgegebenen Lichts wird an dem Strahlenteiler 18 rechtwinklig auf einen Sensor 21 zum Erfassen der Scharfeinstellung reflektiert, der nahe dem Strahlenteiler 18 angeordnet ist. Zwischen dem Strahlenteiler 18 und dem Sensor 21 ist eine äquivalente Bildfläche 14C ausgebildet, die sich an einer Stelle optisch äquivalent zur Position der Fadenkreuzplatte 14 befindet. Der Sensor 21 empfängt das an dem Strahlenteiler 18 reflektierte Licht und gibt entsprechende Signale

an eine Scharfeinstell-Erfassungseinheit 48 ab.

Das automatische Nivelliergerät 10 hat eine AF-Steuerung 49 mit einer CPU 47, einem Motortreiber 45, einer Impulserfassung 46, der Scharfeinstell-Erfassungseinheit 48, einem RAM 50 und einem ROM 51. Die Scharfeinstellung in der äquivalenten Bildfläche 14C wird mit der Erfassungseinheit 48 entsprechend den Signalen erfaßt, die von dem Sensor 21 abgegeben werden. Das Prinzip dieses Sensors 21 wird im folgenden an Hand der Fig. 2 erläutert.

Der Scharfeinstell-Erfassungssensor 21 enthält eine Kondensorlinse 21a, zwei Bildteilerlinsen 21b und zwei Liniensensoren 21c. Diese sind nahe der äquivalenten Bildfläche 14C angeordnet und nehmen das von dem Strahlenteiler 18 abgegebene Licht auf. Jeder Liniensensor 21c ist ein Mehrsegment-CCD-Sensor mit einer Anordnung Fotodioden (d. h. mehrere Lichtaufnahmelemente). Die beiden Liniensensoren 21c sind horizontal ausgerichtet, d. h. sie liegen in einer horizontalen Ebene orthogonal zur Referenzplatte B.

Ein gemeinsames Objektbild (d. h. das Objektbild in einer Meßzone Z in Fig. 3) fällt auf jeden Liniensensor 21c. Die relativen Positionen der beiden Objektbilder auf den Liniensensoren 21c ändern sich abhängig von der Position der Fokussierlinse 12, d. h. der Position des Scharfstellpunktes relativ zur äquivalenten Bildfläche 14C. Die relativen Positionen der beiden Objektbilder auf den Liniensensoren 21c können sich in den folgenden Fällen ändern: (a) Wenn der Scharfstellpunkt des Objektbildes genau in der äquivalenten Bildfläche 14C liegt (d. h. Scharfeinstellung), (b) wenn der Scharfstellpunkt des Objektbildes zwischen dem Strahlenteiler 18 und der äquivalenten Bildfläche 14C liegt (d. h. vordere Fokusslage), (c) wenn der Scharfstellpunkt des Objektbildes zwischen der äquivalenten Bildfläche 14C und dem Sensor 21 liegt (d. h. hintere Fokusslage). Über den die Scharfeinstellung erfassenden Sensor kann also die Lage des Scharfstellpunktes erfaßt werden.

Der Defokusbetrag kann gleichfalls mit den Liniensensoren 21c durch Erfassen der Position auf einem jeden Liniensensor 21c erfaßt werden, an der das entsprechende Objektbild über die Kondensorlinse 21a und die entsprechende Bildteilerlinse 21b erzeugt wird. Wenn die Scharfeinstell-Erfassungseinheit 48 Sensorsignale von jedem Liniensensor 21c empfängt, so werden diese zunächst mit einem Verstärker (nicht dargestellt) verstärkt, und die verstärkten Signale werden dann einer nicht dargestellten Betriebsschaltung in der Erfassungseinheit 48 zugeführt, um die Scharfeinstellung, die vordere oder die hintere Fokusslage und den Defokusbetrag zu erfassen. Die Erfassungseinheit 48 gibt diese Werte dann an die CPU 47.

Befindet sich die Referenzplatte B in einer Entfernung von 5 Metern zum automatischen Nivelliergerät 10 (was als Nahbereich angesehen wird), so erscheint das in Fig. 3 gezeigte Bild in dem Teleskopfenster F. Da dieses Bild praktisch das gesamte Teleskopfenster F ausfüllt, ist die Möglichkeit eines Scharfstellfehlers durch Störsignale u. a. minimal.

In Fig. 3 ist a die Bildbreite auf der äquivalenten Bildfläche 14C. Bei diesem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist die tatsächliche Breite der Referenzplatte B 70 mm, und die Breite a des Bildes ist 3,3 mm. Die Breite der Meßzone Z entsprechend dem Lichtaufnahmebereich eines jeden Liniensensors 21c ist mit b bezeichnet. Diese Breite b ist in diesem Ausführungsbeispiel 4 mm. Die Meßzone Z ist in dem Teleskopfenster F durch einen AF-Rahmen zm (Fig. 8) angegeben, der aus zwei Klammern n, k, j oder i gebildet ist. Diese Klammernpaare können als EIN/AUS-Segmente auf einer LCD-Platte im Strahlengang des Teleskops 8 (und in der Nachbarschaft der Fadenkreuzplatte 14) ausgebildet sein, und eines der Klammernpaare ist aktiviert (d. h. eingeschaltet), so daß es sichtbar wird. Welches Klammernpaar aktiviert ist, hängt von der erfaßten Objektentfernung ab. Die feinen Linien des Fadenkreuzes auf der Fadenkreuzplatte 14 sind mit h und v bezeichnet. Jede Linie hat eine Dicke von 0,003 mm.

Je weiter die Referenzplatte B von dem automatischen Nivelliergerät 10 entfernt ist, umso kleiner ist ihr Bild in dem Teleskopfenster F. Hat die Referenzplatte B eine Entfernung von 10 m, 20 m, 30 m oder 50 m, so ergibt sich die Bildbreite auf der äquivalenten Bildfläche 14C mit c, d, e und g gemäß Fig. 4, 5, 6 und 7. Diese Breiten sind etwa 1,6 mm, 0,8 mm, 0,6 mm und 0,3 mm.

Ist die Breite der Meßzone Z konstant, wenn die Referenzplatte B von dem automatischen Nivelliergerät 10 entfernt wird, so nimmt das Verhältnis der Ausfüllung der Meßzone Z durch das Bild der Referenzplatte B allmählich ab, während das Verhältnis des Bildhintergrundes in der Meßzone Z zunimmt. Konkrete Daten dieser Variationen sind in der folgenden Tabelle enthalten.

Die Daten in der folgenden Tabelle zeigen den Fall einer 24-fachen Vergrößerung des Teleskops 8 bei einem Durchmesser des Teleskopfensters F auf der Fadenkreuzplatte 14 von etwa 6 mm, einer Breite des Lichtaufnahmebereichs eines jeden Liniensensors 21c (d. h. Breite der Meßzone Z) von 4 mm, einer kombinierten Brennweite der Objektivlinsengruppe 11 und der Fokussierlinse 12 von etwa 240 mm und einer Breite der Referenzplatte B von 70 mm.

In der folgenden Tabelle ist "Entfernung" der Abstand vom automatischen Nivelliergerät 10 zur Referenzplatte B, "Bildgröße" die Breite des Bildes der Referenzplatte B auf der äquivalenten Bildfläche 14C, "Bildgröße/Teleskopfenster" der prozentuale Anteil des Bildes der Referenzplatte B an der Fläche des Teleskopfensters F und "Bildgröße/Sensorerfassungsbereich" der prozentuale Anteil des Bildes der Referenzplatte B an der Meßzone Z.

Tabelle

Entfernung	Bildgröße	Bildgröße/ Teleskopfenster	Bildgröße/Sensorer- fassungsbereich	
(m)	(mm)	(%)	(%)	
3	5,50	93	138	
5	3,30	56	82	10
10	1,65	28	41	
20	0,83	14	21	
30	0,55	9	14	15
50	0,33	6	8	

Die vorstehende Tabelle zeigt, daß der prozentuale Anteil des Bildes der Referenzplatte B an der Meßzone Z sehr klein wird, wenn die Entfernung zwischen dem automatischen Nivelliergerät 10 und der Referenzplatte B größer als 10 m ist. Je kleiner der prozentuale Anteil des Bildes ist, desto größer ist die Möglichkeit, daß ein Fokussierfehler durch Lichtstörungen u.ä. auftritt.

Die Vergrößerung eines Okulars ist durch die folgende Formel definiert:

$$M = Ld/Fe.$$

Darin ist M die Vergrößerung, Ld der kleinste Abstand bei deutlichem Bild (allgemein 250 mm) und Fe die Brennweite des Okulars.

Ist die Brennweite des Okulars 9,6 mm, so ist seine Vergrößerung 26-fach, d. h. $250 \text{ mm} \div 9,6 \text{ mm} = 26$. Somit wird das Bild der Referenzplatte B durch das Okular 15 mit einer 26-fachen Vergrößerung betrachtet.

Um die vorstehend genannten Nachteile zu vermeiden, ist bei einem automatischen Nivelliergerät 10 nach der Erfindung die Breite der Meßzone Z, d. h. die Breite des auf jedem Liniensensor 21c zu nutzenden Lichtaufnahmebereichs, abhängig von der Objektentfernung variabel. Darin besteht das Hauptmerkmal der Erfindung.

Die CPU 47 gibt Treibersignale an den Antriebsmotor 42 über den Motortreiber 45 abhängig von der Fokussierinformation und dem Defokusbetrag aus der Erfassungseinheit 48, so daß der Antriebsmotor 42 die Fokussierlinse 12 in einer Richtung bewegt, in der das auf der äquivalenten Bildfläche 14C erzeugte Objektbild scharf eingestellt wird. Der Codierer 40 gibt eine Anzahl Impulse aus, die dem Drehbetrag des Antriebsmotors 42 entspricht, und diese Impulse werden an die Impulserfassungseinheit 46 abgegeben. Diese erfaßt die Position der Fokussierlinse 12 aus der Impulszahl des Codierers 40 und gibt dann ein Signal an die CPU 47 ab, welches die Objektentfernung angibt, bei der das Objektbild auf der äquivalenten Bildfläche 14C oder der Fadenkreuzplatte 14 scharf eingestellt ist.

Die CPU 47 verändert die Breite des auf jedem Liniensensor 21c zu nutzenden Lichtaufnahmebereichs durch Aktivieren nur einer vorbestimmten Zahl Fotodioden eines jeden Liniensensors 21c entsprechend den aus dem RAM 50 gelesenen Daten, die den effektiven Bereich definieren. Vier vorbestimmte Daten dieser Art sind in dem ROM 51 gespeichert. Der auf jedem Liniensensor 21c zu nutzende Lichtaufnahmebereich wird entsprechend als einer von vier vorbestimmten Bereichen EA₁, EA₂, EA₃ und EA₄ (Fig. 12) entsprechend dem jeweils gelesenen Datum ausgewählt. Diese vier Bereiche entsprechen einer ersten, einer zweiten, einer dritten und einer vierten Meßzone Z₁, Z₂, Z₃ und Z₄ (Fig. 4, 5, 6 und 7). Der schraffierte Teil eines jeden Liniensensors 21c kennzeichnet den ungenutzten Bereich, in dem die Fotodioden bei der Fokussieroperation nicht aktiviert sind.

Die vorstehend beschriebenen vier Daten, die den jeweils wirksamen Lichtaufnahmebereich definieren, sind so vorbestimmt, daß sie den vier Unterteilungsabschnitten des Objektentfernungsbereichs (von 0 m bis 50 m oder mehr) entsprechen, in denen die Impulserfassungseinheit 46 eine Objektentfernung erfassen kann. Eines der vier Daten wird aus dem ROM 51 gelesen und in dem RAM 50 abhängig von dem oben genannten Signal gespeichert, welches die von der Impulserfassungseinheit 46 erhaltene Objektentfernung angibt. Entsprechend dem jeweils in dem RAM 50 gespeicherten Datum verändert die CPU 47 die Breite des auf jedem Liniensensor 21c zu nutzenden Lichtaufnahmebereichs.

Wenn die mit der Impulserfassungseinheit 46 erfaßte Objektentfernung gleich oder kleiner als 10 m ist, so wird das erste Datum in dem RAM 50 gespeichert, und es wird der gesamte Lichtaufnahmebereich (der in Fig. 12 gezeigte Bereich EA₁) zur Scharfeinstellung genutzt. Gleichzeitig wird das entsprechende Klammerspaar i in dem AF-Rahmen zm aktiviert.

Ist die mit der Impulserfassungseinheit 46 erfaßte Objektentfernung größer als 10 m, jedoch kleiner als 30 m, so wird das zweite Datum in dem RAM 50 gespeichert, und es werden 50% (d. h. die mittleren 50%) des gesamten Lichtaufnahmebereichs (der Bereich EA₂ in Fig. 12) zur Scharfeinstellung genutzt. Gleichzeitig wird das entsprechende Klammerspaar j in dem AF-Rahmen zm aktiviert.

Ist die mit der Impulserfassungseinheit 46 erfaßte Objektentfernung gleich oder größer als 30 m, jedoch kleiner als 50 m, so wird das dritte Datum in dem RAM 50 gespeichert, und es werden 30% (d. h. die mittleren 30%) des gesamten Lichtaufnahmebereichs (Bereich EA₃ in Fig. 12) zur Scharfeinstellung genutzt. Gleichzeitig

wird das entsprechende Klammernpaar k in dem AF-Rahmen zm aktiviert.

Ist die mit der Impulserfassungseinheit 46 erfaßte Objektentfernung gleich oder größer als 50 m, so wird das vierte Datum in dem RAM 50 gespeichert, und es werden 20% (d. h. die mittleren 20%) des gesamten Lichtaufnahmebereichs (Bereich EA₄ in Fig. 12) zur Scharfeinstellung genutzt. Gleichzeitig wird das entsprechende Klammernpaar n in dem AF-Rahmen zm aktiviert.

Die vorstehende Beschreibung ergibt, daß mit zunehmender Objektentfernung die Meßzone Z schmäler wird, bestimmt durch den Lichtaufnahmebereich auf jedem Liniensensor 21c. Da hierbei der auf jedem Liniensensor 21c zu nutzende Lichtaufnahmebereich abhängig von der Objektentfernung (d. h. der Referenzlatte B) verkleinert oder vergrößert wird, ergibt sich eine wesentlich verringerte Möglichkeit eines Fokussierfehlers durch Lichtstörungen u.ä., weil der prozentuale Anteil des Objektbildes in dem Meßbereich Z immer groß ist.

Die Breite der Meßzone Z kann einen vorbestimmten Wert nicht unterschreiten. Dies ergibt sich aus der folgenden Betrachtung.

Wird das Teleskop 8 des automatischen Nivelliergeräts 10 auf die Referenzlatte B ausgerichtet, so ist dies eine manuelle Schwenkbewegung, so daß das automatische Nivelliergerät 10 in gewissen Grenzen wackelt und eine genaue Platzierung des Bildes der Referenzlatte B in der Mitte der Meßzone Z bzw. des AF-Rahmens zm schwierig ist. Deshalb ist es ziemlich schwierig und zeitraubend, das Bild der Referenzlatte B in der Mitte des AF-Rahmens zm zu zentrieren, wenn dieser zu klein ist. Dasselbe gilt auch, wenn die Breite des schmaleren AF-Rahmens zm mit derjenigen des Bildes der Referenzlatte B übereinstimmt. Die minimale Breite der Meßzone Z entspricht etwa 15 bis 30° Sichtwinkel des Teleskops 8 des automatischen Nivelliergeräts 10.

Bei dem automatischen Nivelliergerät 10 kann das Bild der Referenzlatte B selbsttätig auf der äquivalenten Bildfläche 14C über die Objektivlinsengruppe 11, die Fokussierlinse 12, das optische System 13 zum Einrichten der horizontalen Ebene und den Strahlenteiler 18 fokussiert werden. Auch wenn in diesem Zustand die optische Achse O des Teleskops 8 des automatischen Nivelliergeräts 10 nicht genau in einer horizontalen Ebene liegt, wird die feine horizontale Linie H der Fadenkreuzplatte 14 automatisch so eingestellt, daß sie weitgehend horizontal liegt, wozu das optische System 13 dient. Wird ein weiterer Punkt nach Drehung des Teleskops 8 um die vertikale Achse 17X anvisiert, so liegt auch er in der horizontalen Ebene, die auch die zuvor anvisierte Referenzposition enthält.

Wenn das an dem Strahlenteiler 18 reflektierte Objektlicht durch die äquivalente Bildfläche 14C auf den Sensor 21 fällt, so berechnet die Scharfeinstell-Erfassungseinheit 48 den Defokusbetrag des Bildes der Referenzlatte B entsprechend den Signalen der beiden Liniensensoren 21c, um den Fokussierzustand der Referenzlatte B zu erfassen, d. h. ob ihr Bild scharf eingestellt, nicht scharf eingestellt, in vorderer Fokuslage oder in hinterer Fokuslage ist. Das Ergebnis dieser Erfassung wird der CPU 47 mitgeteilt, und diese gibt dann Treibersignale an den Antrieb 9 über den Motortreiber 45 zum Betätigen des Antriebsmotors 42, so daß die Fokussierlinse 12 längs der optischen Achse O mit dem Spindeltrieb 43, 44 verstellt wird. Während dieser Bewegung meldet die Impulserfassungseinheit 46 die Position der Fokussierlinse 12 an die CPU 47 entsprechend den Impulssignalen des Codierers 40, und die CPU 47 steuert den Antriebsmotor 42 derart, daß die Fokussierlinse 12 an einer Position stillgesetzt wird, wo das Bild der Referenzlatte B auf der äquivalenten Bildfläche 14C scharf eingestellt ist.

Wenn das Bild der Referenzlatte B fokussiert ist, aktiviert die CPU 47 eines der Klammernpaare i, j, k und n als AF-Rahmen zm. Es wird nur das Klammernpaar i eingeschaltet, wenn die erfaßte Objektentfernung der Referenzlatte B gleich oder kleiner als 10 m ist. Das Klammernpaar j wird eingeschaltet, wenn die erfaßte Objektentfernung größer als 10, jedoch kleiner als 30 m ist. Das Klammernpaar k wird eingeschaltet, wenn die erfaßte Objektentfernung gleich oder größer als 30 m, jedoch kleiner als 50 m ist. Es wird nur das Klammernpaar n eingeschaltet, wenn die erfaßte Objektentfernung gleich oder größer als 50 m ist.

Da bei einem automatischen Nivelliergerät 10 nach der Erfindung der auf jedem Liniensensor 21c zu nutzende Lichtaufnahmebereich abhängig von der erfaßten Objektentfernung durch Ändern der Zahl jeweils zu nutzender Fotodioden verkleinert oder vergrößert wird, kann der störende Einfluß von Licht auf die Liniensensoren 21c bei jeder Objektentfernung wirksam verringert werden. Dadurch wird ein Fokussierfehler bei der Autofokusoperation wesentlich verkleinert, wodurch die Genauigkeit erhöht wird.

Obwohl in dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel die vier vorbestimmten Meßzonen Z₁, Z₂, Z₃ und Z₄ selektiv entsprechend den vier Abschnitten des Objektentfernungsbereichs genutzt werden (erster Abschnitt $0\text{ m} < L \leq 10\text{ m}$, zweiter Abschnitt $10\text{ m} < L < 30\text{ m}$, dritter Abschnitt $30\text{ m} \leq L < 50\text{ m}$, vierter Abschnitt $50\text{ m} \leq L$, wobei L die Objektentfernung ist), kann auch jede andere geeignete Zahl vorbestimmter Meßzonen unterschiedlicher Breite vorgesehen sein (z. B. 2, 3, 5 oder mehr als 5). Sind beispielsweise sechs vorbestimmte Meßzonen vorgesehen, so können diese wahlweise entsprechend sechs Abschnitten des Objektentfernungsbereichs benutzt werden, oder sie werden kontinuierlich abhängig von zunehmender oder abnehmender Objektentfernung schmäler oder breiter gemacht.

Obwohl eines der Klammernpaare i, j, k und n als AF-Rahmen zm über die LCD-Platte in dem Strahlengang des Teleskops 8 aktiviert wird, können auch alle Klammernpaare auf eine transparente Platte im Strahlengang des Teleskops aufgedruckt sein, oder eine solche Platte enthält nur einen AF-Rahmen.

Patentansprüche

1. Nivelliergerät mit einem Autofokussystem zur Scharfeinstellung eines durch ein Teleskop anvisierten Objekts, mit zwei Abbildungslinsen, die jeweils ein Objektbild erzeugen, zwei Liniensensoren mit jeweils mehreren Lichtaufnahmeelementen, auf denen die Objektbilder erzeugt werden, einer Fokussierlinsengruppe in dem Teleskop, und einem Antrieb zum Bewegen der Fokussierlinsengruppe in Richtung der optischen Achse des Teleskops unter Steuerung durch Daten, die von den Liniensensoren abgegeben

werden, gekennzeichnet durch Mittel (46) zum Erfassen der Position der Fokussierlinsengruppe (12), eine Wählvorrichtung (47) zum Wählen einer Anzahl Lichtaufnahmeelemente eines jeden Liniensensors (21c), die in einer Fokussieroperation zu nutzen sind, wobei diese Anzahl von der Position der Fokussierlinsengruppe (12) abhängt, und eine Steuerung (45, 47) zum Steuern des Antriebs (43, 44) entsprechend den von der gewählten Anzahl Lichtaufnahmeelemente abgegebenen Daten.

2. Nivelliergerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzahl der gewählten Lichtaufnahmeelemente mit zunehmender Objektentfernung abnimmt, die durch die Position der Fokussierlinsengruppe (12) erfaßt wird.

3. Nivelliergerät nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Teleskop eine Objektivlinsengruppe (11), die Fokussierlinsengruppe (12), einen Strahlenteiler (18), ein Fadenkreuz (14) und ein Okular (15) enthält, und daß ein durch die Objektivlinsengruppe (11) und die Fokussierlinsengruppe (12) fallender Lichtanteil an dem Strahlenteiler (18) auf die Abbildungslinsen (21b) reflektiert und danach in zwei Bilder aufgeteilt wird, die jeweils auf einem Liniensensor (21c) mit den Abbildungslinsen (21b) erzeugt werden.

4. Nivelliergerät nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Strahlenteiler (18) und den Abbildungslinsen (21b) eine Kondensorlinse (21a) angeordnet ist.

5. Nivelliergerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Autofokussystem Mittel zum Speichern mehrerer, einen effektiven Lichtaufnahmebereich definierender Daten enthält, daß diese Daten jeweils eine unterschiedliche Anzahl zu nutzender Lichtaufnahmeelemente angeben, daß abhängig von der Position der Fokussierlinsengruppe (12) jeweils ein Datum in die Wählvorrichtung (47) eingegeben wird, die die Anzahl Lichtaufnahmeelemente entsprechend diesem Datum auswählt.

6. Nivelliergerät nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Teleskop ein eine horizontale Ebene einrichtendes optisches System (13) zwischen der Fokussierlinsengruppe (12) und dem Strahlenteiler (18) enthält, das eine horizontale Sichtebene automatisch einrichtet.

7. Nivelliergerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Teleskop ferner einen auf einer transparenten Platte im Strahlengang ausgebildeten AF-Rahmen (zm) enthält, der eine Fokussierungs-Meßzone (Z) entsprechend einem jeden Lichtaufnahmebereich anzeigt.

8. Nivelliergerät nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die transparente Platte eine LCD-Platte ist, die den AF-Rahmen (zm) darstellt, wobei dieser abhängig von der Zahl der gewählten Lichtaufnahmeelemente größenveränderlich ist.

9. Nivelliergerät nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der AF-Rahmen (zm) eine dem jeweiligen Lichtaufnahmebereich derart entsprechende Größe hat, daß sie mit zunehmender Objektentfernung verringert wird, die durch die Position der Fokussierlinsengruppe (12) erfaßt wird.

10. Nivelliergerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Liniensensor (21c) ein Mehrsegment-CCD-Sensor mit einer Vielzahl Fotodioden als Lichtaufnahmeelemente ist.

11. Nivelliergerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Wählvorrichtung und die Steuerung in einer CPU (47) vorgesehen sind.

12. Nivelliergerät mit einem Autofokussystem zur Scharfeinstellung eines durch ein Teleskop anvisierten Objekts, wobei das Teleskop eine Objektivlinsengruppe, eine Fokussierlinsengruppe, ein Fadenkreuz und ein Okular enthält und die Fokussierlinsengruppe in Richtung der optischen Achse bewegbar ist, um ein Objektbild auf dem Fadenkreuz zu erzeugen, welches durch das Okular betrachtet wird, dadurch gekennzeichnet, daß das Autofokussystem folgende Teile enthält:

Einen in dem Strahlengang zwischen der Fokussierlinsengruppe (12) und dem Fadenkreuz (14) angeordneten Strahlenteiler (18);

zwei Abbildungslinsen (21b) für jeweils ein Objektbild, die Licht aus dem Strahlenteiler (18) empfangen;

zwei Liniensensoren (21c) mit jeweils einer Anordnung Lichtaufnahmeelemente, die einen Lichtaufnahmebereich bilden und auf denen mit den Abbildungslinsen (21b) jeweils ein Objektbild erzeugt wird;

einen Antrieb (43, 44) zum Bewegen der Fokussierlinsengruppe (12) in Richtung der optischen Achse abhängig von Daten, die von den Liniensensoren (21c) abgegeben werden;

Mittel (46) zum Erfassen der Position der Fokussierlinsengruppe (12);

eine Wählvorrichtung (47) zum Wählen eines Teils der Lichtaufnahmeelemente für eine Fokussieroperation abhängig von der erfaßten Position der Fokussierlinsengruppe, bei der die Fokussierlinsengruppe (12) so bewegt wird, daß das Objektbild auf dem Fadenkreuz (14) erzeugt wird, und

eine Steuerung (45, 47) der Bewegung der Fokussierlinsengruppe (12) abhängig von Daten, die von den ausgewählten Lichtaufnahmeelementen abgegeben werden.

Hierzu 9 Seite(n) Zeichnungen

Fig.1

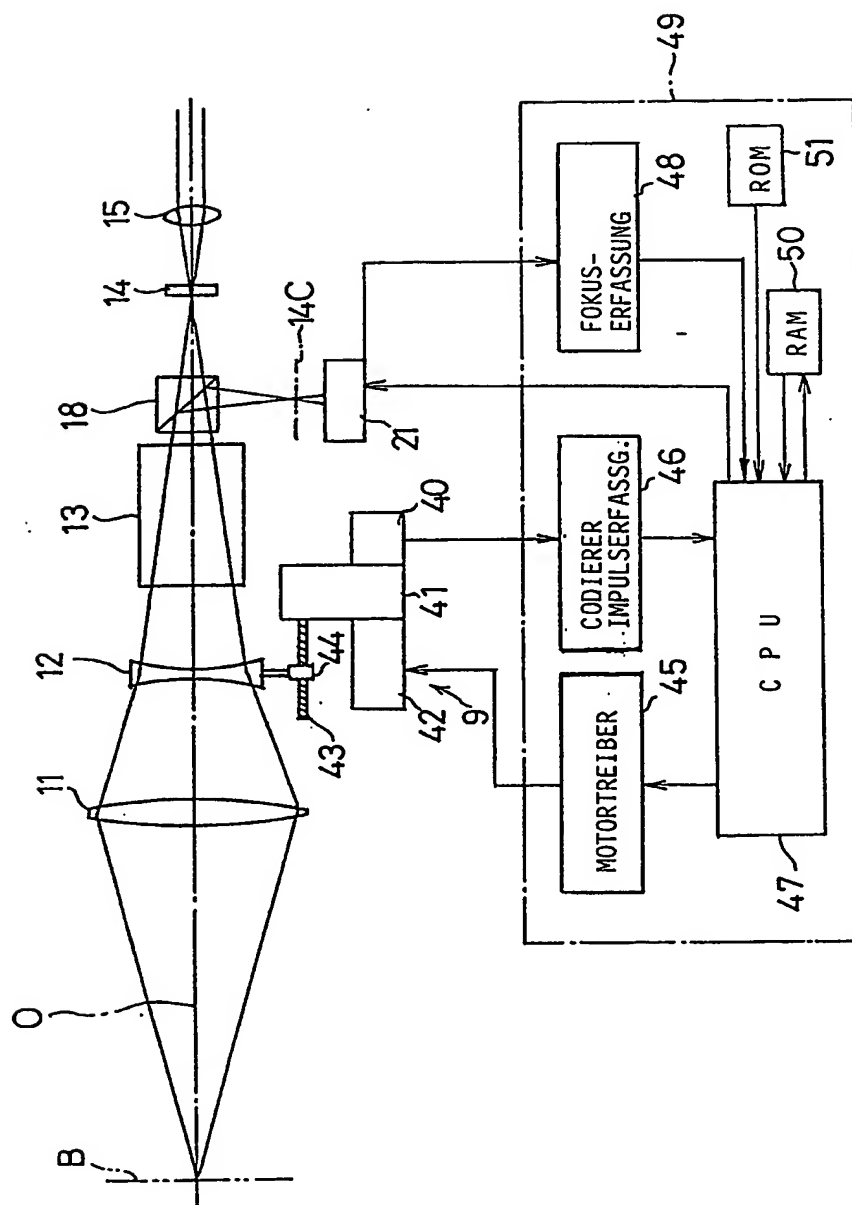


Fig.2

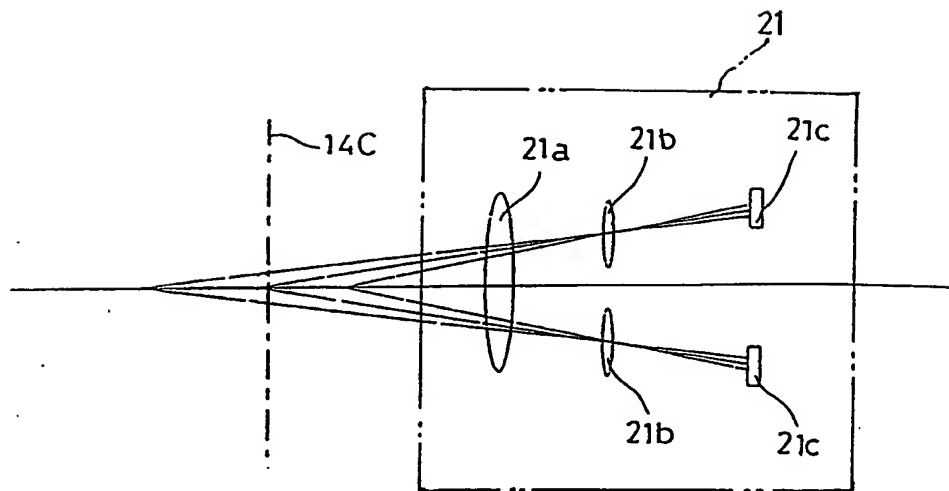


Fig. 3

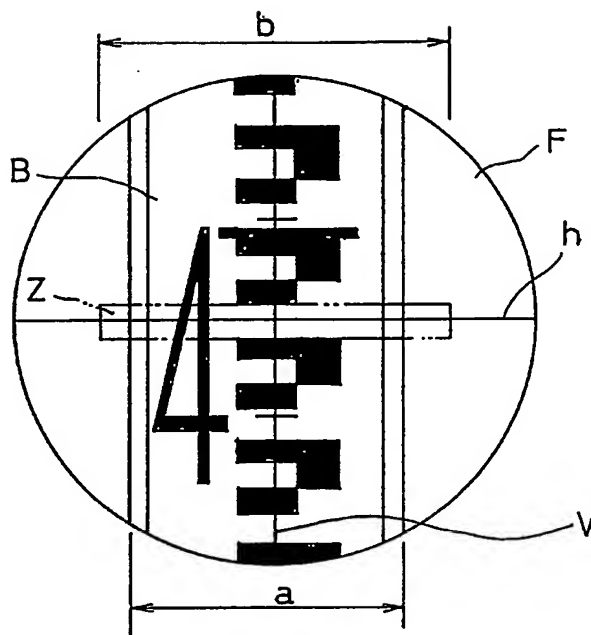


Fig. 4

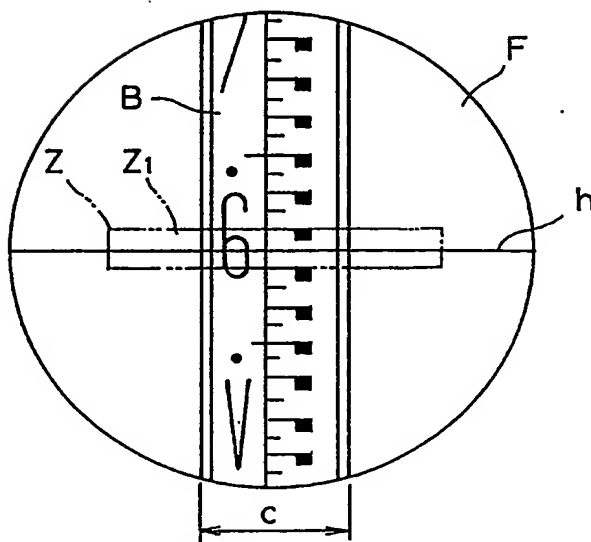


Fig.5

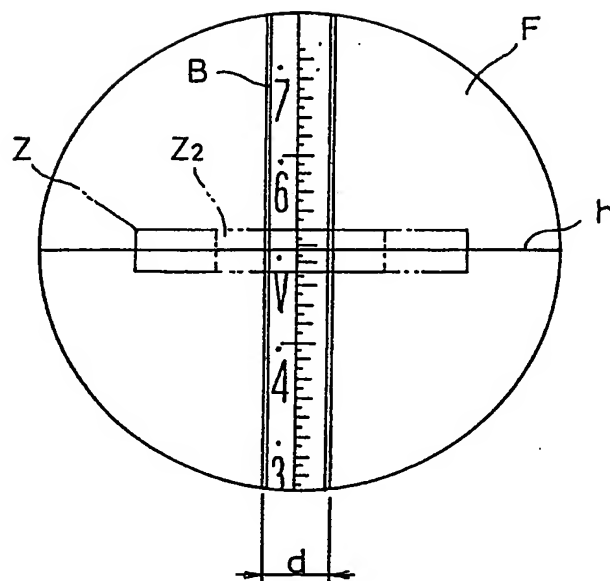


Fig.6

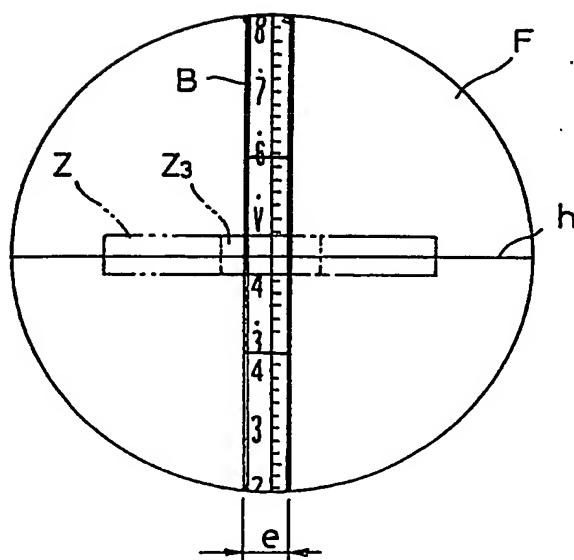


Fig. 7

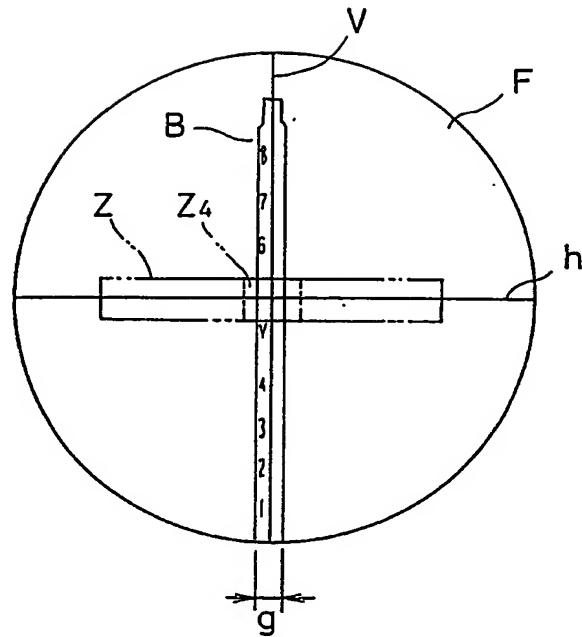


Fig. 8

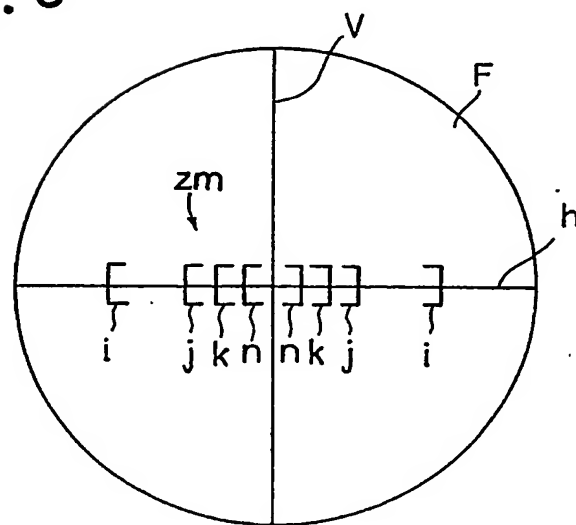


Fig.9

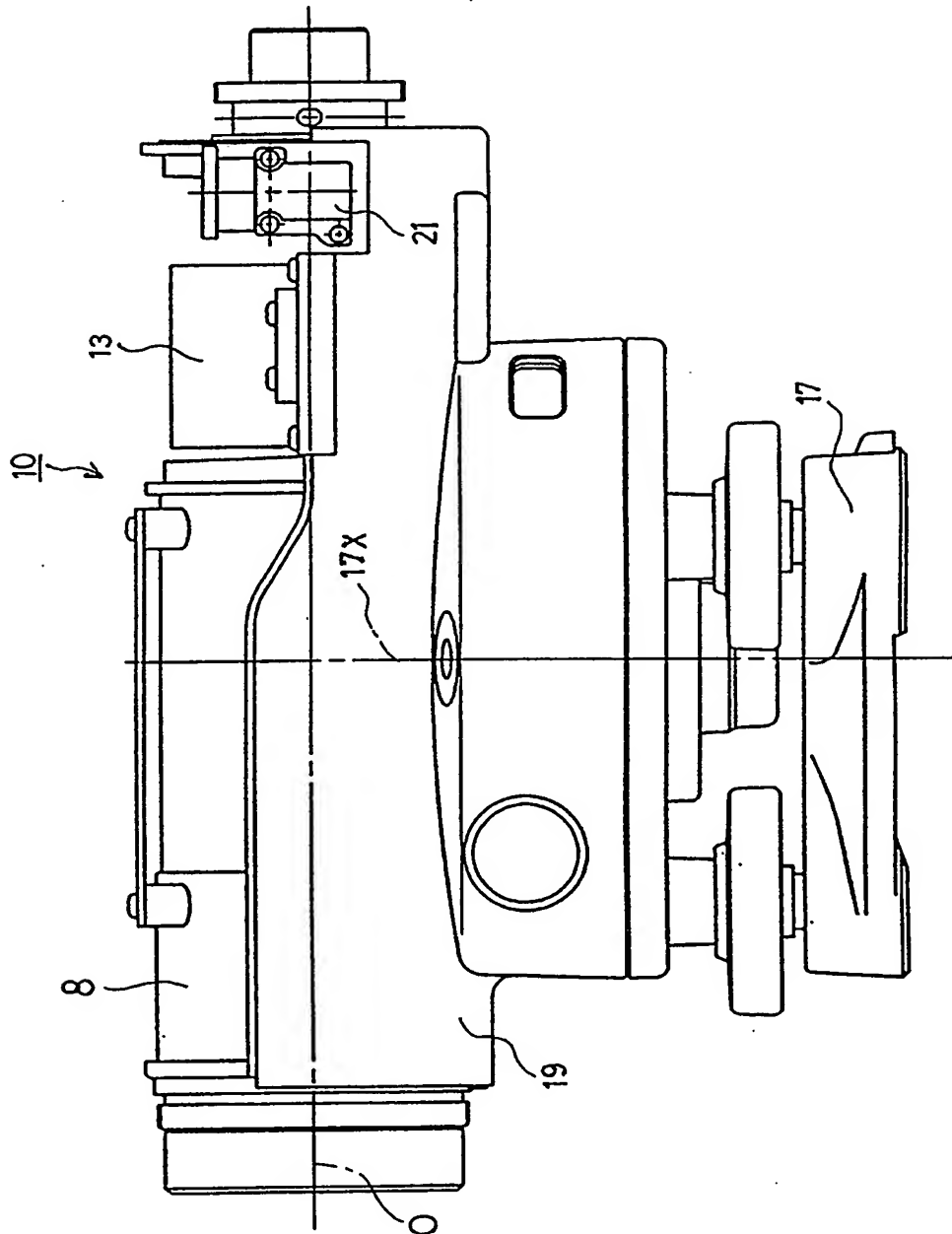


Fig.10

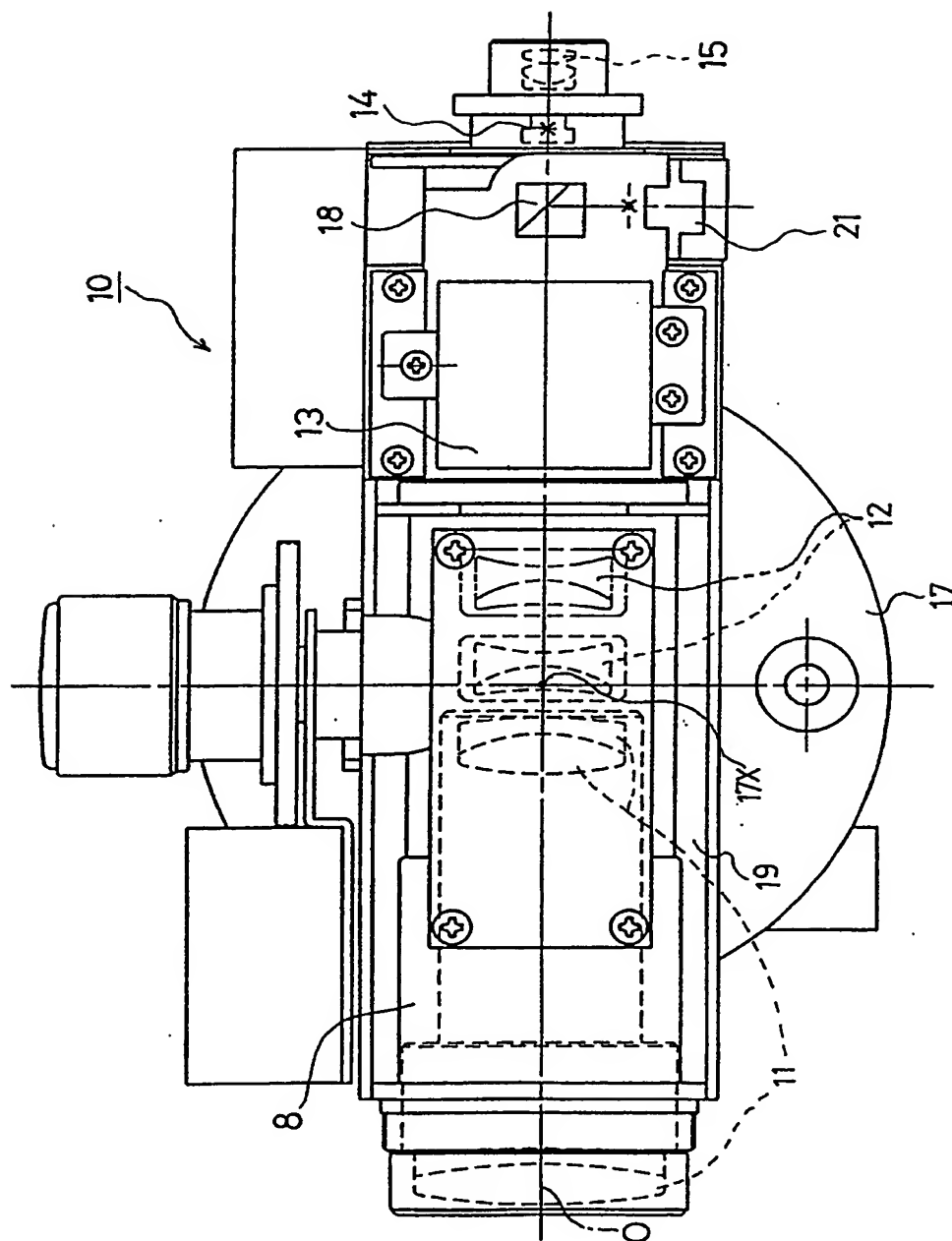


Fig.11

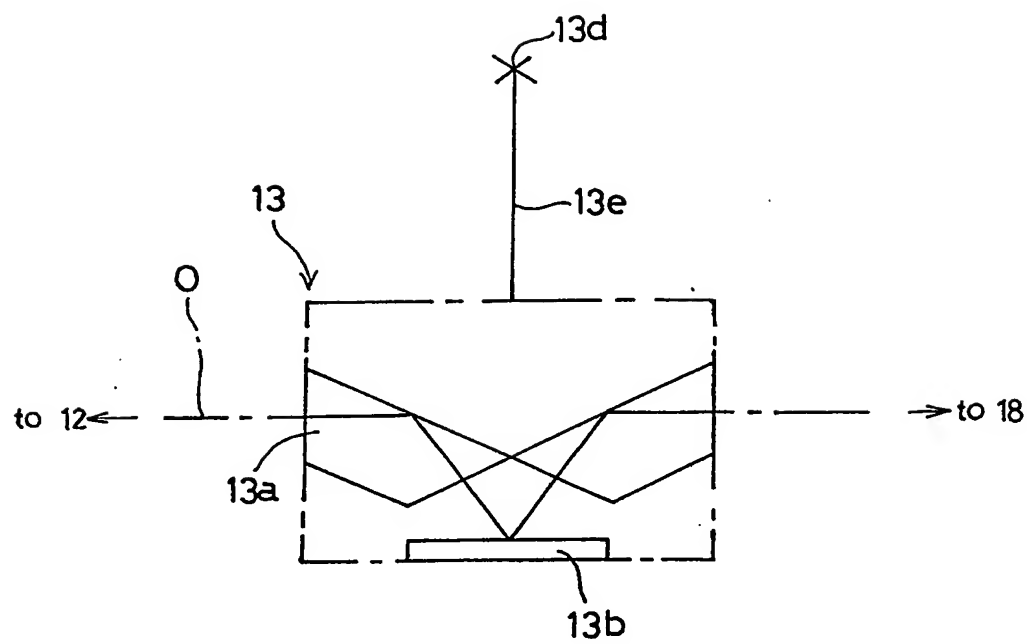


Fig.12

